

# O problema das marés . . . ao sabor das TIC ou ao sabor da maré . . . com as TIC

Um dia, já lá vão talvez mais de 10 anos, olhando para a Revista *Educação Matemática* N° 23, editada em Outubro de 92, deparei com o, a partir de agora, apelidado *problema das marés* (EM N° 23, p. 23). O ponto de partida foi uma tabela de valores das alturas das águas do mar, registadas no porto de Leixões ao longo das 24 horas de dois dias consecutivos. A sua representação gráfica induz-nos a considerar uma função trigonométrica (composta de seno ou co-seno) ... e é aí que tudo começa. A expressão que me veio à cabeça foi  $a + b \cdot \cos(c \cdot x + d)$ .

Procurei pensar no problema e resolvê-lo, utilizando para o efeito três ferramentas computacionais que conhecia e que me pareceram apropriadas para a abordagem deste desafio: o *Geometer's Sketchpad* (GSP), a Folha de Cálculo e o *Modellus*. Seguidamente, contextualizei-o e integrei-o numa *web-quest* e a partir daí tenho-o utilizado das mais variadas formas na formação de professores de Matemática, com recurso às Tecnologias de Informação e Comunicação.

## A abordagem através de um Ambiente de Geometria Dinâmica

Com o *Geometer's Sketchpad* (versão 4) começo por fazer a representação dos valores reais da tabela (menu *Graph – Plot points*). Em seguida, posso utilizar um de dois processos: construir 4 segmentos de recta ( $a, b, c$  e  $d$ ) e sobre cada um deles marcar um ponto ( $A, B, C$  e  $D$ ) e pedir a respectiva abcissa que passa a funcionar como o valor de cada um dos parâmetros da expressão algébrica acima; ou através do menu *Graph – Plot New Function*, introduzindo aí a expressão que define a função e que depende simultaneamente dos 4 parâmetros  $a, b, c$  e  $d$ . Agora, manipulando directamente os pontos sobre os segmentos de recta (no 1º caso), ou escolhendo no menu, *Display – Show Motion Controller* e seleccionando cada um dos

parâmetros (no 2º caso), podemos tentar fazer coincidir os gráficos (do modelo, com o dos valores reais), procurando ajustar o modelo, encontrando os valores mais adequados para os parâmetros.

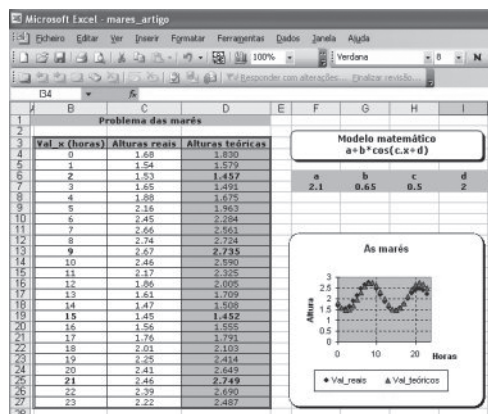
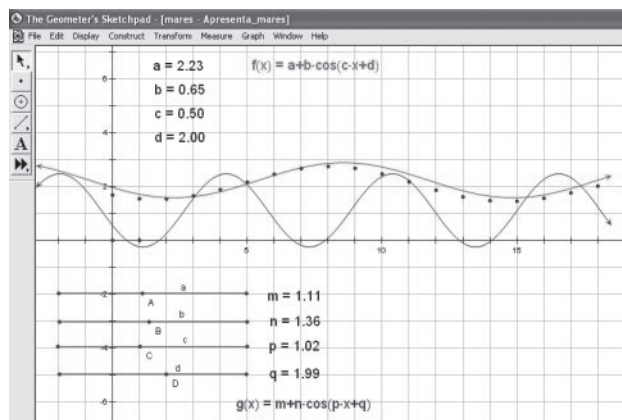
## A abordagem com uma folha de cálculo

Com a folha de cálculo, representei em duas colunas os valores reais e os valores teóricos, estes calculados a partir da expressão algébrica acima, função dos parâmetros  $a, b, c$  e  $d$ , partindo de um conjunto de valores iniciais que fixei de forma mais ou menos aleatória (com uma certa intuição à mistura, claro).

Seguidamente mandei representar um gráfico de dispersão, sobrepondo simultaneamente os valores reais e teóricos, em função das horas do dia. Agora, sempre que altero os valores nas células que representam os parâmetros  $a, b, c$  e  $d$ , posso obter sucessivas aproximações do modelo, mais ajustadas aos valores reais.

## A abordagem com um programa de modelação

No *Modellus* (versão 2.5), escrevo a expressão na janela *Modelo* e interpreto (para me certificar da correcção sintáctica), defino um conjunto de condições iniciais (com 2 ou 3 casos, para poder sobrepor e comparar), configuro e ajusto escalas na janela de *Gráfico* (em *Ajustar* e *Opções*) e peço uma tabela onde assinalo os valores de  $x$  e  $y$ . Agora pondo a funcionar o modelo na janela de *Controlo*, posso ver o desenvolvimento dos valores das variáveis na tabela e o respectivo gráfico que se desenha. Aqui, o ajuste do modelo apenas se faz por comparação dos valores da tabela com os valores reais que tenho.



## Uma abordagem mais sistémica

A *webquest*, dirigida a professores, diria que é uma proposta de trabalho sobre o mesmo problema, podendo eventualmente envolver todas as ferramentas computacionais referidas anteriormente, mas oferecendo um contexto real e mais marcadamente interdisciplinar e de trabalho de projecto. Questões como, o que significa o fenómeno das marés, o que as influencia, a sua relação com os fenómenos de atracção lunar e solar; o que provoca as marés 'vivas', como se obtêm os registos sobre a evolução das marés ao longo do dia, etc., constituem desafios complementares para obter uma compreensão mais global sobre o fenómeno.

Esta abordagem, pode permitir ao professor de Matemática, para além de resolver o problema do ponto de vista matemático, interagir com colegas de disciplinas como as Ciências, a Geografia ou outras, permitindo uma abordagem sistémica ao fenómeno.

Na introdução da *webquest* pode ler-se que (...) as marés constituem um fenómeno natural com o qual nos confrontamos, particularmente no Verão quando vamos à praia. Quantas vezes uma praia pequena quase *desaparece* na maré cheia (preia-mar), para passadas umas horas surgir de novo um areal onde podemos passear. E se gostarmos de apanhar conchas (com o pé e com a mão) teremos de esperar pela maré vazia (baixa-mar) para o fazer. Também os amantes da pesca desportiva têm em conta as tabelas de marés para procurarem o melhor momento para a sua prática, enquanto que os barcos de pesca devem tê-las em conta para poderem entrar e sair dos portos ou navegar algumas zonas baixas dos estuários dos rios (...).

Quanto à tarefa, para os professores, ela pode ser (...) construir uma actividade, com um conjunto de questões di-

rigidas aos alunos, com vista à exploração de modelos matemáticos adequados que lhes permitam uma melhor compreensão do fenómeno das marés. Para o efeito, devem começar por aceder à tabela da Revista *Educação Matemática* 23 (p. 23) e procurar modelar a situação, utilizando uma das três ferramentas computacionais vossas conhecidas: a Folha de Cálculo, o *Geometer's Sketchpad* e o *Modellus* (...).

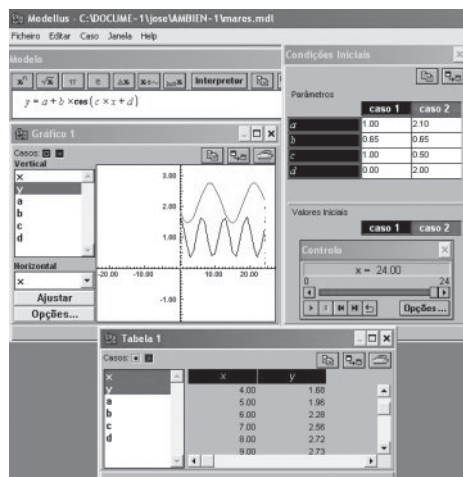
## E finalmente ....

Aquilo que gostaria de partilhar com os colegas que conhecem algum deste *software* e são utilizadores, mesmo que pontualmente, das TIC no ensino da Matemática, pode traduzir-se nas seguintes questões:

1. Conhecendo as potencialidades destas ferramentas (ou apenas, de alguma delas), que *ganhos* podemos obter, do ponto de vista das competências matemáticas envolvidas, com a abordagem deste desafio? Na visualização do fenómeno? Numa melhor compreensão do papel dos parâmetros no *andamento* do gráfico? Na valorização particular de algum dos diferentes tipos de representação: numérica, algébrica e gráfica? No lidar com estes diferentes tipos de representação em simultâneo?
2. Com este *software*, que outras abordagens entendem poder ser realizadas, de modo a promover a aprendizagem dos alunos no domínio da compreensão de fenómenos naturais como este, sua modelação e exploração das funções que os podem representar?

Aguardo as vossas reacções e contribuições para o endereço [jaduar.te@ese.ips.pt](mailto:jaduar.te@ese.ips.pt).

José Duarte



The screenshot shows a web browser window with the title 'Estudo das marés - Microsoft Internet Explorer'. The address bar shows 'G:\TIC\_EM\mares\index.html'. The page content is titled 'As marés' and includes a table of contents with the following items:

1. Introdução
2. Tarefa
3. Processo
4. Papéis
5. Recursos
6. Avaliação
7. Conclusão

The main content area shows a diagram of a tide gauge with the text 'Maré (do francês marée)' and a description of the tidal phenomenon. The diagram shows a tide gauge with a vertical scale and a float. The text describes the periodic movement of the sea (flux and reflux) caused by the attraction of the Moon and the Sun, resulting in two high tides and two low tides per day. The page is published by 'In Dicipédia, Porto Editora e Piberan Informática'.